

**ANALISA PEMBEBANAN DAYA TOTAL TERHADAP TRANSFORMATOR****Mahfud Ardiansyah dan Nizar Rosyidi AS****ABSTRAK**

*Listrik adalah kebutuhan yang sangat penting saat ini. Komponen utama pada sistem distribusi tenaga listrik adalah transformator distribusi. Alat ini mengalirkan daya listrik ke konsumen. Untuk menjaganya agar tidak cepat rusak, pembebanan pada transformator perlu diperhatikan. Pada peraturan manajemen trafo distribusi PLN, pembebanan transformator distribusi maksimal adalah 80% dari arus beban penuhnya. Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, beban pada transformator Gedung Setiabudi 2 sebesar kurang lebih 40%. Jadi transformator pada Gedung Setiabudi 2 masih mampu mengisi beban sebesar 40% lagi.*  
*Kata kunci : Listrik, transformator, distribusi listrik, pembebanan*

**ABSTRACT**

*Electricity is a very important requirement today. The main component of an electric power distribution system is a distribution transformer. This tool supplies electrical power to consumers. To keep it from being damaged quickly, the loading on the transformer needs to be considered. In PLN distribution transformer management regulations, the maximum loading of the distribution transformer is 80% of its full load current. Based on the results of the calculations carried out, the load on the Transformer of Setiabudi 2 Building is approximately 40%. So the transformer in Setiabudi 2 Building is still able to fill the load by another 40%.*  
*Keywords: Electricity, transformer, electricity distribution, loading*

**1. PENDAHULUAN**

Transformator dalam sistem tenaga listrik merupakan komponen yang sangat penting. Besar kecilnya efisiensi yang dihasilkan oleh transformator dipengaruhi oleh besar kecilnya pembebanan dan rugi daya yang terdapat pada transformator. Efisiensi transformator merupakan perbandingan antara output (daya keluaran) dengan input (daya masukan). Rugi-rugi transformator ini menyebabkan perbedaan antara daya masukan dan daya keluaran. Semakin besar rugi-rugi yang dihasilkan pada transformator, maka akan semakin besar daya yang hilang pada transformator tersebut. Penulisan ini bertujuan untuk mengetahui pembebanan dan efisiensi transformator pada Gedung Setiabudi 2.

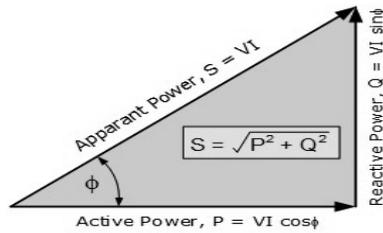
Dalam perhitungan dan analisa efisiensi dan beban daya total (KVA) transformator diharapkan akan mengetahui beban pada transformator dan efisiensi pada transformator Gedung Setiabudi 2.

Agar penyelesaian masalah yang dilakukan tidak menyimpang dari ruang lingkup yang ditentukan dan untuk menghindari meluasnya permasalahan yang ada dalam penulisan, maka penulis membatasi permasalahan hanya pada analisa dan perhitungan pembebanan daya total dan efisiensi pada transformator Gedung Setiabudi 2.

Sebelum melakukan perhitungan dan analisa terhadap besarnya persentase daya total (S) dan efisiensi transformator terpakai melaksanakan pengamatan dan pengambilan data pada Panel MVMDB dan LVMDP. Pengamatan dan pengambilan data tersebut diambil pada bulan maret dan setiap 2 jam sekali yaitu dari pukul 06:00 sampai pukul 24:00, dan dari pukul 01:00 sampai 05:00 tidak dilakukan pengamatan dan pengambilan data karena diasumsikan tidak ada beban yang terlalu tinggi.

**Daya Total, Aktif, dan Reaktif**

Hubungan antara ketiga jenis daya ini digambarkan dalam segitiga daya pada gambar dibawah.



Gambar.1 Segitiga Daya

Sesuai dengan hubungan segitiga diatas maka hubungan antara daya nyata, daya aktif, dan daya semu dapat diekspresikan kedalam sebuah persamaan pitagoras seperti poersamaan dibawah.

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \dots\dots\dots(1)$$

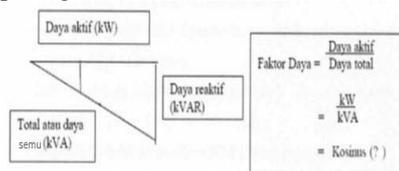
Dimana :

- S = Daya total (V A)
- P = Daya nyata (Watt)
- Q = Daya reaktif (VA R)

Penjumlahan vector daya aktif dan reaktif merupakan daya total (semu),diukur dalam Volt Ampere (VA). Daya ini merupakan daya yang dikirim oleh perusahaan energi ke pelanggan.

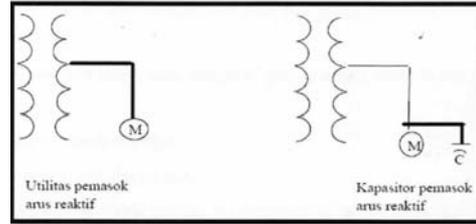
**Koreksi Faktor Daya**

Perbandingan daya aktif dan reaktif yang tinggi akan menyebabkan dampak pada faktor daya, semakin besar daya reaktif maka faktor daya akan menjadi rendah akibatnya daya total akan meningkat, untuk keseimbangan faktor daya dapat di lihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2 Faktor Daya Pada Sirkuit Listrik

Faktor daya harus lebih kecil atau sama dengan satu, secara otomatis jika seluruh beban daya yang dipakai oleh perusahaan listrik memiliki faktor daya satu dan daya maksimum yang ditransfer setara dengan kapasitas system pendistribusian maka jika dengan faktor daya beban 0.2 hingga 0.3 kapasitas jaringan distribusi listrik akan menjadi tertekan. Jadi daya Reaktif (KVAR) harus serendah mungkin untuk keluaran kW yang sama agar kebutuhan daya total (kVA) dapat diminimalisasi. Faktor daya dapat diperbaiki dengan memasang kapasitor pengkoreksi daya pada sistem distribusi daya. Kapasitor bertindak sebagai pembangkit daya reaktif akibatnya daya reaktif akan berkurang, lihat gambar berikut :



Gambar 3. Kapasitor Sebagai Pemasok kVAR

Keuntungan perbaikan faktor daya dapat Mengurangi biaya listrik bagi perusahaan sebab daya reaktif (KVAR) tidak dipasok oleh perusahaan sehingga kebutuhan daya total (kVA) berkurang. Nilai denda yang dibayar jika beroperasi pada faktor daya rendah dapat dihindari. Mengurangi kehilangan distribusi (kWh) dalam jaringan pabrik.Tingkat tegangan pada beban akhir meningkat sehingga meningkatkan kinerja motor.Komponen reaktif pada jaringan dan arus total pada sistem berkurang dan kehilangan daya dalam sistem berkurang karena penurunan arus,kemampuan kapasitas jaringan distribusi listrik meningkat.

**Sumber Tenaga Listrik**

Gedung merupakan bangunan komersial yang sangat memerlukan sumber listrik dalam kegiatan opeasionalnya untuk memenuhi beban yang dipergunakan di dalam gedung dan kelengkapan gedung. Yang dimaksud dengan system distribusi elektrikal adalah suatu sistem yang didesain dan dibangun untuk memasok daya listrik bagi sekelompok beban, dan hal tersebut merupakan suatu Sistem yang cukup kompleks, dimulai dari instalasi sumber atau source sampai instalasi beban.. Sesuai dengan batasan, sistem distribusi listrik yang dibahas adalah instalasi listrik dalam gedung, dengan pasokan tegangan menengah (TM) dari sumber PLN dengan sumber cadangan dari genset. Berdasarkan sumber energinya sistem kelistrikan pada bangunan gedung dibagi menjadi dua sumber yaitu Sumber Listrik dari PLN dan dari Genset,dimana sumber listrik gedung ini memprioritaskan PLN sebagai sumber utama dan genset sebagai cadangan bagian-bagian dari system kelistrikan pada sistem bangunan gedung ini adalah sebagai berikut Gardu Tegangan Menengah PLNGardu Tegangan Menengah PLN adalah perlengkapan system kelistrikan milik PLN sebagai panel distribusi tegangan menengah. Gardu Tegangan Menengah PLN ini

dihubungkan dengan Panel Tegangan Menengah menggunakan jenis kabel tegangan menengah N2XSEBY, Instalasi Penyulang TM (20 KV) Merupakan jaringan (kabel atau busduct) penyalur tegangan menengah dari gardu distribusi PLN ke peralatan atau panel TM di gardu pengguna, Panel Utama Tegangan Menengah Panel Tegangan Menengah atau Medium Voltage Main Distribution Board (MVMDDB) atau MVMDP adalah perlengkapan sistem kelistrikan tegangan menengah untuk mensuplai daya dari PLN. MVMDDB terletak didalam bangunan Power House. Daya listrik dari Panel Tegangan Menengah (MVMDDB) kemudian didistribusikan ke Step Down Transformer. Komponen utama yang perlu diperhatikan pada panel ini meliputi Main CB atau LBSMW, Fuse dan Peralatan proteksi atau safety devices.

**Transformator Distribusi Step Down**  
Berfungsi untuk menurunkan tegangan menengah menjadi tegangan rendah, unit Trafo ini terhubung unit Panel Utama Tegangan Rendah atau Low Voltage Main Distribution Board (LVMDDB) atau LVMDP. Transformator ini bekerja berdasarkan prinsip GGL induksi dan mutual inductance.

#### **Genset (Generator Set)**

Sumber energi listrik dari selain PLN berasal dari unit Generator Set (genset). Generator Set berfungsi sebagai pensuplai daya listrik cadangan yang dapat bekerja apabila daya listrik utama dari PLN terputus. Genset ini terhubung dan dikontrol dengan Panel Kontrol Genset (PKG). PKG terhubung dengan unit Panel Utama Tegangan Rendah (LVMDDB). PKG akan menghidupkan genset dan mensuplai tegangan ke LVMDDB bilamana terjadi gangguan pada sumber PLN, sehingga akan memberikan pelayanan yang kontinyu terhadap ketersediaan sumber tenaga listrik dan diharapkan dengan sistem tersebut kehandalan sistem energi listrik akan terpenuhi.

#### **Panel Utama Tegangan Rendah**

Panel Utama Tegangan Rendah atau Low Voltage Main Distribution Board (LVMDDB) berfungsi menerima daya listrik dari transformer atau genset/PKG untuk selanjutnya didistribusikan ke panel-panel distribusi tegangan rendah. LVMDDB ini menerima daya listrik dari Trafo atau PKG. Pembagian distribusi listrik ke panel-panel distribusi tegangan rendah dari outgoing LVMDDB menuju ke panel adalah sebagai

berikut :Panel Sub Distribusi menggunakan jenis kabel NYY yang selanjutnya mendistribusikan menuju panel distribusi.

#### **Instalasi Penyulang TR**

Instalasi ini berfungsi menyalurkan daya listrik tegangan rendah dari LVMDDB ke sub panel atau dari sub panel ke beban. Pemilihan jenis saluran (kabel atau busduct) tergantung dari posisi penempatan dan kapasitas penyalurannya.

#### **Panel Distribusi**

Panel distribusi merupakan panel yang meneruskan daya dari panel utama tegangan rendah ke beban, Fungsi dari panel-panel distribusi ini antara lain :Mendistribusikan daya listrik sesuai kebutuhan (penerangan & stop kontak),Mendistribusikan daya listrik ke panel kontrol pompa, AC, lift, dll.

Mendistribusikan daya listrik ke mesin-mesin penunjang produksi.Kabel yang digunakan untuk instalasi penerangan dan stop kontak adalah jenis kabel NYA, sedangkan kabel yang digunakan untuk power (pompa, lift, dll) adalah jenis kabel NYY, untuk jenis kabel khusus seperti yang digunakan pada electric pump pada pompa pemadam kebakaran menggunakan jenis kabel FRC (Fire Resistance Cable)

#### **Beban atau Load**

Beban terhadap distribusi daya listrik dalam suatu bangunan gedung umumnya dikelompokkan kedalam 2 kategori besar, meliputi :Kelompok beban elektrikal atau elektronik, yang terdiri dari – Penerangan, Sistem pengindra api atau fire alarm (FA), Sistem tata suara atau sound system (SS), Sistem MATV dan CCTV,Sistem otomatisasi bangunan (BAS) dan- Sistem komunikasi

Kelompok beban mekanikal, yang terdiri dari : Sistem pompa, Sistem air conditioner dan Sistem lift

#### **Pembebanan Pada Transformator**

Mengenai pembebanan pada transformator maka akan diikuti dengan susut umur bagaimana semakin besar beban yang dilayani transformator maka sebanding dengan kenaikan panas pada lilitan kawat dan inti transformator. Hal- hal yang terjadi karena panas tersebut adalah Karena terdiri dari bermacam-macam unsur logam, maka pemuaihan disetiap bagian tidak sama, hal ini mengakibatkan rusaknya penyekat (retak), yang selanjutnya merugikan secara mekanis maupun kelistrikan.Suhu yang terlampau tinggi dapat mengakibatkan susunan dan

bentuk (dari segi kimia dan fisik) menjadi rusak.

Pembebanan pada transformator merupakan perbandingan daya total yang terpakai dengan daya atau kapasitas dari transformator yang terinstalasi, dimana dapat dihitung seperti persamaan dibawah :

$$\% DTT = \frac{s}{S \text{ transformator}} \quad (8)$$

Dimana :

% DTT = Daya Total Terpakai (%)

S = Daya total atau daya semu (VA)

S trafo = Daya atau kapasitas transformator yang terinstalasi (kVA)

**SISTEM PADA GEDUNG SETIABUDI 2  
Sistem Jaringan Distribusi Daya di Gedung Setiabudi 2.**

Gedung Setiabudi 2 menggunakan panel tegangan menengah (TM) dari sumber PLN dengan sumber cadangan dari genset. Tegangan menengah yang terinstalasi adalah 20 kV. Adapun sumber cadangan ialah dari tiga buah genset yang memiliki kapasitas daya total sebesar 2500 kVA. Tegangan menengah sebesar 20 kV ini akan diturunkan terlebih dahulu menjadi tegangan rendah sebelum didistribusikan ke panel sub distribusi dengan menggunakan komponen transformator dengan daya total transformator adalah 3130 kVA.

**Komponen Utama Jaringan Distribusi di Gedung Setiabudi 2**

**Gardu Tegangan Menengah**

Gedung Setiabudi 2 menggunakan gardu tegangan menengah dari instalasi wilayah PLN Distribusi Jaya dan Tangerang cabang Gambir MG 36. Gardu PLN ini khusus dikontrol atau dimonitoring oleh pihak PLN yang selanjutnya pihak pelanggan tepatnya pihak Gedung Setiabudi 2 memiliki panel tegangan menengah khusus tersendiri.

**Panel Utama Tegangan Menengah**

Setelah melalui gardu PLN, diperlukan juga panel bagi konsumen dalam pembahasan ini adalah pihak Gedung Setiabudi 2. Panel Utama Tegangan Menengah atau disebut juga MVMDB/MVMDP (Medium Voltage Main Distribution Board/Panel) dapat dilihat seperti gambar dibawah.



Gambar 4 Panel Tegangan Menengah

Panel Tegangan Menengah atau MVMDB di Gedung Setiabudi 2 terbagi kedalam 5 buah panel, yaitu panel incoming yaitu untuk masukan dari gardu PLN, panel display monitor tegangan menengah yaitu panel yang berfungsi untuk memonitoring data-data daya total, daya aktif, daya reaktif, tegangan, arus, cos phi dan sebagainya. Tiga panel outgoing to transformator (MVMDB 1, MVMDB 2 dan MVMDB 3).

**3.2.3 Trafo Distribusi Step Down**

Tegangan menengah 20 kV dari panel tegangan menengah atau MVMDB belum siap digunakan ke beban karena masih sangat tinggi dan tidak sesuai dengan spesifikasi pada beban-beban yang ada. Transformator digunakan untuk menurunkan tegangan menengah 20 kV menjadi 380/415 Volt untuk 3 phase maupun 220/240 Volt untuk 1 phase. Karena tegangan standar yang digunakan pada beban-beban di Gedung Setiabudi 2 adalah tegangan 220/380 Volt.

Digedung Setiabudi 2 terdapat 3 unit trafo, yaitu 1 unit dengan kapasitas 630 kVA dan 2 unit dengan kapasitas 1250 kVA. Ketiga Trafo ini menggunakan pendinginan cair(oli) dan dilengkapi dengan indikator temperatur oli trafo. Transformator yang digunakan seperti gambar dibawah.

**a. Data Transformator 1**

Merk : Trafindo - Indonesia  
 Type : Indoor, 3 Phase  
 Freq : 50 Hz  
 Kapasitas : 630 KVA  
 Tegangan : Primer : 20000 Volt,  
 Sek : 400 Volt  
 Arus : Primer : 18.18 Ampere,  
 Sek : 909.33 Ampere  
 Volume minyak : 570 Liter  
 Qty : 1  
 Tahun : 2012  
 Berat trafo : 2150 kg  
 Transformator 1 difungsikan untuk lighting atau penerangan

**b. Data Transformator 2 &3**

Merk : Trafindo – Indonesia  
 Type : Indoor, 3 Phase  
 Freq : 50 Hz  
 Kapasitas : 1250 kVA  
 Tegangan : Primer : 20000 Volt,  
 Sek : 400 Volt  
 Arus : Primer: 36.08 Ampere,  
 Sek : 1804.22 Ampere  
 Volume minyak : 830 Liter

Qty : 1  
Tahun : 2012  
Berat trafo : 2810 kg  
Transformator 2 difungsikan untuk daya atau AC

**Generator Set**

Untuk sumber cadangan atau back-up, Gedung Setiabudi 2 menggunakan 3 unit generator set, yaitu 1 unit genset type C15 dengan daya 500 kVA dan 2 unit genset type C32 dengan daya 1000 kVA. Total daya dari ketiga genset ini adalah 2500 kVA. Genset ini menggunakan bahan bakar solar dan untuk pendinginan mesin genset menggunakan exhaust fan.

Data generator .

a. Generator set 1000 kVA

Merk : Caterpillar  
Model Engine : C32  
Daya total : 1000 kVA  
Daya aktif : 800 kW  
Cos φ : 0.8  
Frekuensi : 50 Hertz  
Type : 3 Phase, 6 wire  
Tegangan : 400 Volt  
Arus : 1443 Ampere  
Tahun : 2010

b. Generator set 500 kVA

Merk : Caterpillar  
Model : C15  
RPM : 1500  
Daya total : 500 kVA  
Daya aktif : 400 kW  
Cos φ : 0.8  
Frekuensi : 50 Hertz  
Tipe : 3 Phase  
Tegangan : 400/200 Volt  
Arus : 722 Ampere  
Tahun : 2010

**Panel Utama Tegangan Rendah**

Setelah tegangan menengah 20 kV diturunkan menjadi 415 Volt melalui transformator step down maka selanjutnya akan diteruskan ke panel tegangan rendah atau LVMDB/P (Low Voltage Main Distribution Board/Panel). Outgoing dari panel genset juga akan masuk ke panel ini. Karena pendistribusian daya dibagi menjadi tiga yaitu dua untuk AC dan satu untuk penerangan atau lighting maka diperlukan juga tiga buah panel LVMDB. Pada panel ini kita dapat memonitoring tegangan, arus, cos φ, daya total, kwh (WBP dan LWBP). Adapun masing-masing panel LVMDB

dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 5 Panel LVMDP 1, LVMDP 2, LVMDP 3

**Panel Distribusi**

Panel distribusi atau disebut Sub Distribution Panel akan mendistribusikan daya dari panel tegangan rendah ke beban-beban yang digunakan di Gedung Setiabudi 2. Adapun panel distribusi ini dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 6 Panel Sub Distribution

**PENGAMBILAN DATA DAN ANALISA Proses Pengambilan Data**

Dalam proses pengambilan data dilakukan dengan metode observasi yaitu mengamati beberapa parameter pada panel LVMDB. Adapun parameter yang diambil meliputi (Standar Operasional Prosedur Gedung Setiabudi 2) Arus pada masing-masing phase yaitu R.S dan T, Tegangan pada masing-masing phase yaitu R.S dan T, Cos φ, Daya aktif atau terpakai (kW), kWh dan Suhu ruangan. Parameter-parameter diatas sudah ditampilkan pada display Panel LVMDB seperti gambar dibawah ini.

Jam	Arus			Tegangan (V)			Cos φ	P (kW)
	R	S	T	R-S	S-T	T-R		
06	123	125	125	391	393	390	0,97	82
08	299	303	302	388	389	388	0,98	198
10	330	334	335	388	389	388	0,98	224
12	344	349	347	390	391	390	0,98	231
14	349	354	352	388	389	387	0,98	232
16	335	341	340	388	389	388	0,98	227
18	303	307	307	391	392	390	0,98	205
20	244	248	248	392	393	391	0,98	165
22	169	171	170	394	395	393	0,98	113
24	116	117	117	393	394	392	0,98	78



Gambar 7 Display Panel MVMDB

**Hasil Pengambilan Data Dan Analisa**

Hasil data atau parameter yang didapat dari display panel LVMDP dimasukkan dalam form data panel LVMDP Setiabudi Building.

**Pengambilan Data Dan Analisa Trafo 1**

Tabel 4.1 Form Data Panel LVMDP 1

Perhitungan Daya total (kVA), Daya Reaktif (kVAR) dan Persentase Pembebanan Daya Total beban sekunder Trafo 1 :

Pukul 14:00, Dik :

$$\begin{aligned}
 P &= 232 \text{ kW} \\
 \text{Cos } \phi &= 0.98 \\
 S \text{ trafo} &= 630 \text{ kVA} \\
 S &= \frac{P}{\text{Cos } \phi} \\
 &= \frac{232}{0.98} \\
 &= 236.73 \text{ kVA} \\
 Q &= \sqrt{S^2 - P^2} \\
 &= \sqrt{236.73^2 - 232^2} \\
 &= 47.08 \text{ kVAR}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Daya Total} &= S / S \text{ trafo} \times 100\% \\
 &= 236.73 / 630 \\
 &\times 100\% \\
 &= 37.57\% \\
 \text{Jadi persentase daya total trafo sisi sekunder yang digunakan pada pukul 14:00 adalah 37.57\%.} \\
 \text{Pukul 24:00, Dik :} \\
 P &= 78 \text{ kW} \\
 \text{Cos } \phi &= 0.98 \\
 S \text{ trafo} &= 630 \text{ kVA} \\
 S &= \frac{P}{\text{Cos } \phi} \\
 &= \frac{78}{0.98} \\
 &= 79.59 \text{ kVA} \\
 Q &= \sqrt{S^2 - P^2} \\
 &= \sqrt{79.59^2 - 78^2} \\
 &= 15.83 \text{ kVAR} \\
 \% \text{ Daya Total} &= S / S \text{ trafo} \times 100\% \\
 &= 79.59 / 630 \times 100\% \\
 &= 12.63\%
 \end{aligned}$$

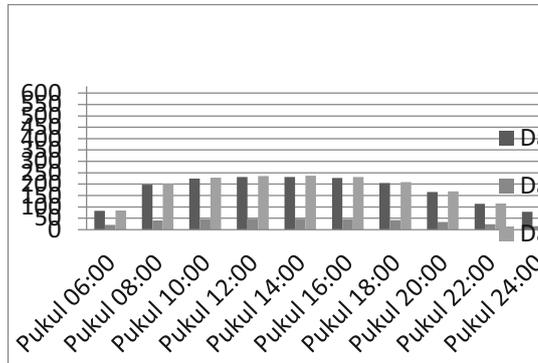
Jadi persentase daya total trafo sisi sekunder yang digunakan pada pukul 24:00 adalah 12.63%.

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Daya P, Q, S Pada Trafo 1

Jam	Daya (P)	Daya (Q)	Daya (S)
06:00	82	20,52	84,53
08:00	198	40,2	202,04
10:00	224	45,48	228,57
12:00	231	46,88	235,71
14:00	232	47,08	236,73
16:00	227	46,08	231,63
18:00	205	41,61	209,18
20:00	165	33,51	168,37
22:00	113	22,96	115,31
24:00	78	15,83	79,59

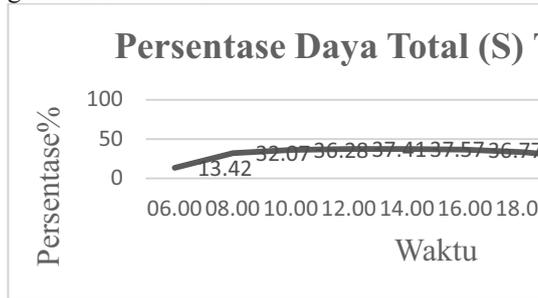
Berdasarkan hasil perhitungan dari tabel 4.3, dapat dilihat daya aktif(P) tertinggi pada jam 14:00 dengan daya 232 kW dan terendah pada jam 24:00 dengan daya 78 kW. Daya reaktif(Q) tertinggi pada jam 14:00 dengan daya 236,73 kVAR dan terendah pada jam 24:00 dengan daya 15,83 kVAR. Daya total(S) tertinggi pada jam 14:00 dengan daya 236,73 kVA dan

terendah pada jam 24:00 dengan daya 79,59 kVA. Untuk melihat hasil data pada tabel 4.2 dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 8 Grafik Daya pada Trafo 1

Dari hasil perhitungan diatas, persentase daya total tertinggi pada trafo 1 terjadi pada pukul 14:00 yaitu dengan persentase sebesar 37,57% dan persentase terendah pada pukul 24:00 yaitu dengan persentase sebesar 12,63%. Untuk melihat lebih lengkap hasil perhitungan persentase daya total pada trafo 1 dapat dilihat pada grafik dibawah ini:



Gambar 9 Grafik Persentase Daya Total pada Trafo 1

Pukul 06:00, Dik :

$$\begin{aligned}
 P &= 17 \text{ kW} \\
 \cos \varphi &= 0.89 \\
 S \text{ trafo} &= 1250 \text{ kVA} \\
 S &= \frac{P}{\cos \varphi} \\
 &= \frac{17}{0.89} \\
 &= 19.1 \text{ kVA} \\
 Q &= \sqrt{S^2 - P^2} \\
 &= \sqrt{19.1^2 - 17^2} \\
 &= 8.7 \text{ kVAR} \\
 \% \text{ Daya Total} &= S / S \text{ trafo} \times 100\% \\
 &= 19.1 / 1250 \times 100\% \\
 &= 0.73\%
 \end{aligned}$$

Jadi persentase daya total trafo sisi sekunder yang digunakan pada pukul 06:00 adalah 0.73%.

Pukul 10:00, Dik :

$$\begin{aligned}
 P &= 338 \text{ kW} \\
 \cos \varphi &= 0.83 \\
 S \text{ trafo} &= 1250 \text{ kVA} \\
 S &= \frac{P}{\cos \varphi} \\
 &= \frac{338}{0.83} \\
 &= 407.23 \text{ kVA} \\
 Q &= \sqrt{S^2 - P^2} \\
 &= \sqrt{407.23^2 - 338^2} \\
 &= 227.14 \text{ kVAR} \\
 \% \text{ Daya Total} &= S / S \text{ trafo} \times 100\% \\
 &= 407.23 / 1250 \times 100\% \\
 &= 32.58\%
 \end{aligned}$$

Jadi persentase daya total trafo sisi sekunder yang digunakan pada pukul 10:00 adalah 32.58%.

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Daya P, Q, S Pada Trafo 2

**Pengambilan Data Dan Analisa Trafo 2**

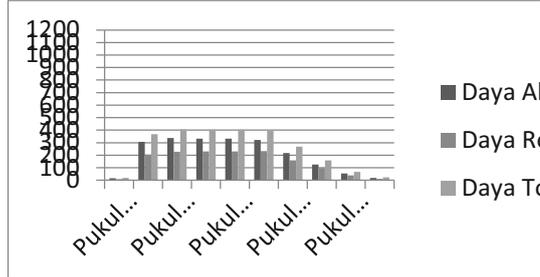
Tabel 4.3 Form Data Panel LVMDP 2

Jam	Arus			Tegangan (V)			Cos φ	P (kW)
	R	S	T	R-S	S-T	T-R		
06	28	25	34	394	395	393	0,89	17
08	541	546	576	388	389	387	0,83	306
10	597	602	624	388	389	387	0,83	338
12	582	588	614	388	389	387	0,82	331
14	578	590	623	386	387	385	0,82	331
16	560	569	600	390	391	389	0,81	321
18	381	394	417	394	395	393	0,81	218
20	230	237	239	392	393	391	0,79	126
22	97	96	100	397	398	396	0,82	55
24	36	33	35	393	394	392	0,86	20

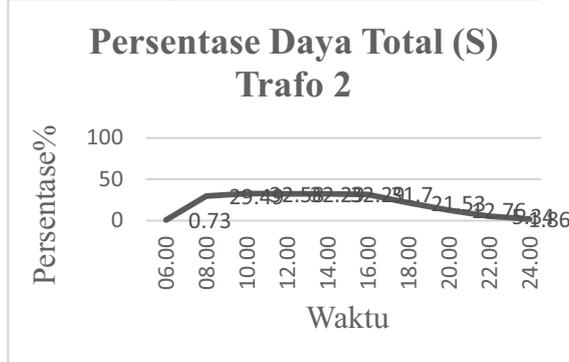
Jam	Daya (P)	Daya (Q)	Daya (S)
06:00	17	8,7	19,1
08:00	306	205,62	368,67
10:00	338	227,14	407,23
12:00	331	231,04	403,66
14:00	331	231,04	403,66
16:00	321	232,39	396,29
18:00	218	157,82	269,13
20:00	126	97,78	159,49
22:00	55	38,38	67,07
24:00	20	11,85	23,25

Perhitungan Daya total (kVA), Daya Reaktif (kVAR) dan Persentase Pembebanan Daya Total beban sekunder Trafo 2 :

Berdasarkan hasil perhitungan dari tabel 4.3, dapat dilihat daya aktif(P) tertinggi pada jam 10:00 dengan daya 338 kW dan terendah pada jam 06:00 dengan daya 17 kW. Daya reaktif(Q) tertinggi pada jam 10:00 dengan daya 227,14 kVAR dan terendah pada jam 06:00 dengan daya 8,7 kVAR. Daya total(S) tertinggi pada jam 10:00 dengan daya 407,23 kVA dan terendah pada jam 06:00 dengan daya 19,1 kVA. Untuk melihat hasil data pada tabel 4.3 dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 10 Grafik Daya pada Trafo 2  
Dari hasil perhitungan diatas, persentase daya total tertinggi pada trafo 2 terjadi pada pukul 10:00 yaitu dengan persentase sebesar 32,58% dan persentase terendah pada pukul 06:00 yaitu dengan persentase sebesar 0,73%. Untuk melihat lebih lengkap hasil perhitungan persentase daya total pada trafo 2 dapat dilihat pada grafik dibawah ini:



Gambar 11 Grafik Persentase Daya Total pada Trafo 2

**Pengambilan Data Dan Analisa Trafo 3**  
Tabel 4.5 Form Data Panel LVMDP 3

Perhitungan Daya total (kVA), Daya Reaktif (kVAR) dan Persentase Pembebanan Daya Total beban sekunder Trafo 3 :  
Pukul 10:00, Dik :  
P = 342 kW  
Cos φ = 0.85  
S trafo = 1250 kVA

Jam	Arus			Tegangan (V)			Cos φ	P (kW)
	R	S	T	R-S	S-T	T-R		
06	80	90	73	396	396	396	0,88	46
08	520	534	532	393	393	393	0,85	296
10	603	611	608	394	394	394	0,85	342
12	608	622	617	394	394	394	0,85	338
14	529	538	534	395	395	395	0,88	299
16	549	565	554	392	392	392	0,87	311
18	358	366	365	393	393	393	0,87	188
20	179	190	184	399	399	399	0,89	105
22	106	129	110	399	399	399	0,91	68
24	30	47	31	399	399	399	0,96	23

$$S = \frac{P}{\cos \phi} = \frac{342}{0,85} = 402,35 \text{ kVA}$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{402,35^2 - 342^2} = 211,95 \text{ kVAR}$$

$$\% \text{ Daya Total} = \frac{S}{S \text{ trafo}} \times 100\% = \frac{402,35}{1250} \times 100\% = 32,19\%$$

Jadi persentase daya total trafo sisi sekunder yang digunakan pada pukul 10:00 adalah 32.19%.

Pukul 24:00, Dik :

$$P = 23 \text{ kW}$$

$$\cos \phi = 0,96$$

$$S \text{ trafo} = 1250 \text{ kVA}$$

$$S = \frac{P}{\cos \phi} = \frac{23}{0,96} = 23,96 \text{ kVA}$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{23,96^2 - 23^2} = 6,6 \text{ kVAR}$$

$$\% \text{ Daya Total} = \frac{S}{S \text{ trafo}} \times 100\% = \frac{23,96}{1250} \times 100\% = 1,92\%$$

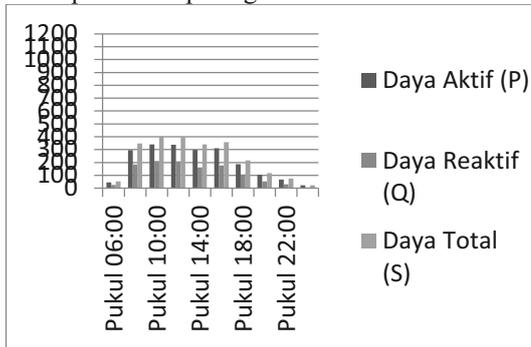
Jadi persentase daya total trafo sisi sekunder yang digunakan pada pukul 24:00 adalah 1.92%.

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Daya P, Q, S Pada Trafo 3

Jam	Daya(P)	Daya (Q)	Daya (S)
06:00	46	24,82	52,27
08:00	296	183,43	348,23
10:00	342	211,95	402,35
12:00	338	209,48	397,65
14:00	299	161,38	339,77
16:00	311	176,25	357,47
18:00	188	106,56	216,1
20:00	105	53,8	117,98

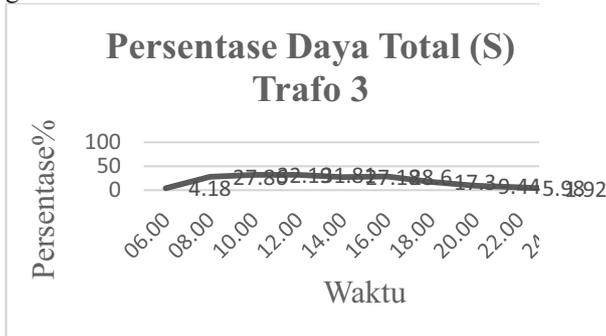
22:00	68	30,97	74,72
24:00	23	6,6	23,96

Berdasarkan hasil perhitungan dari tabel 4.7, dapat dilihat daya aktif(P) tertinggi pada jam 10:00 dengan daya 342 kW dan terendah pada jam 24:00 dengan daya 23 kW. Daya reaktif(Q) tertinggi pada jam 10:00 dengan daya 211,95 kVAR dan terendah pada jam 24:00 dengan daya 6,6 kVAR. Daya total(S) tertinggi pada jam 10:00 dengan daya 402,35 kVA dan terendah pada jam 24:00 dengan daya 23,96 kVA. Untuk melihat hasil data pada tabel 4.4 dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 12 Grafik Daya pada Trafo 3

Dari hasil perhitungan diatas, persentase daya total tertinggi pada trafo 3 terjadi pada pukul 10:00 yaitu dengan persentase sebesar 32,19% dan persentase terendah pada pukul 24:00 yaitu dengan persentase sebesar 1,92%. Untuk melihat lebih lengkap hasil perhitungan persentase daya total pada trafo 3 dapat dilihat pada grafik dibawah ini:



Gambar 13 Grafik Persentase Daya Total pada Trafo 3

### SIMPULAN

#### Simpulan

Dari hasil pembahasan bab sebelumnya, maka disimpulkan :

1. Pada trafo 1 daya aktif(P) tertinggi pada jam 14:00 dengan daya 232 kW dan terendah pada jam 24:00 dengan daya 23 kW. Daya reaktif(Q) tertinggi pada jam 14:00 dengan daya 236,73 kVAR dan terendah pada jam 24:00 dengan daya 6,6 kVAR. Daya total(S) tertinggi pada jam 14:00 dengan daya 336,73 kVA dan terendah pada jam 24:00 dengan daya 23,96 kVA. Dan persentase daya total tertinggi pada trafo 1 terjadi pada pukul 14:00 yaitu dengan persentase sebesar 37,57% dan persentase terendah pada pukul 24:00 yaitu dengan persentase sebesar 12,63%.
2. Pada trafo 2 daya aktif(P) tertinggi pada jam 10:00 dengan daya 338 kW dan terendah pada jam 06:00 dengan daya 17 kW. Daya reaktif(Q) tertinggi pada jam 10:00 dengan daya 227,14 kVAR dan terendah pada jam 06:00 dengan daya 8,7 kVAR. Daya total(S) tertinggi pada jam 10:00 dengan daya 407,23 kVA dan terendah pada jam 06:00 dengan daya 19,1 kVA. Dan persentase daya total tertinggi pada trafo 2 terjadi pada pukul 10:00 yaitu dengan persentase sebesar 32,58% dan persentase terendah pada pukul 06:00 yaitu dengan persentase sebesar 0,73%.
3. Pada trafo 3 daya aktif(P) tertinggi pada jam 10:00 dengan daya 342 kW dan terendah pada jam 24:00 dengan daya 23 kW. Daya reaktif(Q) tertinggi pada jam 10:00 dengan daya 211,95 kVAR dan terendah pada jam 24:00 dengan daya 6,6 kVAR. Daya total(S) tertinggi pada jam 10:00 dengan daya 402,35 kVA dan terendah pada jam 24:00 dengan daya 23,96 kVA. Dan persentase daya total tertinggi pada trafo 3 terjadi pada pukul 10:00 yaitu dengan persentase sebesar 32,19% dan persentase terendah pada pukul 24:00 yaitu dengan persentase sebesar 1,92%.

4. Persentase pembebanan maksimal trafo di Gedung Setiabudi 2 sebesar 80%. Persentase pada trafo 1 sebesar 37,57%, trafo 2 sebesar 32,52%, dan trafo 3 sebesar 32,19%. Dari hasil persentase trafo yang terpakai, maka beban pada trafo masih bisa ditambah

### 5.2. Rekomendasi dan Saran

Rekomendasi dan saran dari hasil perhitungan yang di lakukan pada Gedung Setiabudi 2, sebagai berikut :

1. Perlu ditingkatkan perawatan/adjustmen komponen-komponen alat ukur untuk memastikan pembacaan nilai-nilai pada parameter yang diamati lebih tepat dan akurat.
2. Perawatan transformer agar lebih diperhatikan untuk menjaga kinerja dan menjaga lifetime transformator.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Arsip Standard Operation Procedure Gedung Gedung Setiabudi 2
2. Aloekmantara, 2014. Sistem Elektrikal Gedung. Access : 11 Oktober 2020. Address : <http://aloekmantara.blogspot.co.id/2014/05/sistem-elektrikal-gedung.html>
3. Hage,2008. Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor. Access : 15 Oktober 2020, Address : <http://dunia-listrik.blogspot.co.id/2008/12/perbaikan-faktor-daya-menggunakan.html>
4. Arsip Standard Operation Procedure Gedung Gedung Setiabudi 2
5. Aloekmantara, 2014. Sistem Elektrikal Gedung. Access : 11 Oktober 2020. Address : <http://aloekmantara.blogspot.co.id/2014/05/sistem-elektrikal-gedung.html>
6. Arsip Standard Operation Procedure Gedung Gedung Setiabudi 2
7. Aloekmantara, 2014. Sistem Elektrikal Gedung. Access : 11 Oktober 2020. Address : <http://aloekmantara.blogspot.co.id/2014/05/sistem-elektrikal-gedung.html>
8. Hage,2008. Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor. Access : 15 Oktober 2020, Address : <http://dunia-listrik.blogspot.co.id/2008/12/perbaikan-faktor-daya-menggunakan.html>
9. Ony. Pengertian Daya Semu, Daya Nyata, dan Daya Reaktif. Access: 22 Oktober 2020. Address : <http://artikel-teknologi.com/pengertian-daya-semu-daya-nyata-dan-daya-reaktif/>
10. Pakdekriss,2011. Teori Transformator. Access : 8 November 2020. Address : <http://pakdekriss.blogspot.co.id/2011/01/transformator.html>
11. Shodiq,2010. Susut Umur Trafo Karena Pembebanan. Access : 11 November 2020. Address : <http://shodiq-elektro.blogspot.co.id/2010/03/susut-umur-trafo-karena-pembebanan.html>
12. Wadiankhoiruna,2012. Jaringan Distribusi Tenaga Listrik. Access : 9 Desember 2020. Address : <http://wadiankhoiruna.blogspot.co.id/>
13. Wikipedia. Transformator. Access : 20 Desember 2020. Address : <https://id.wikipedia.org/wiki/Transformator>